

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                    2 0 0 2 年 1 1 月 2 6 日  
Date of Application:

出 願 番 号                    特 願 2 0 0 2 - 3 4 2 7 9 8  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                    [ J P 2 0 0 2 - 3 4 2 7 9 8 ]

出 願 人                    株式会社東芝  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月 1 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 6 3 0 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 APB025022

【提出日】 平成14年11月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03F 1/08  
G03F 5/24  
H01L 21/027

【発明の名称】 レチクル、露光モニタ方法、露光方法、及び半導体装置  
の製造方法

【請求項の数】 25

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
横浜事業所内

【氏名】 小峰 信洋

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100083806

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

【識別番号】 100068342

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 保男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108707

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 友之

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レチクル、露光モニタ方法、露光方法、及び半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の遮光部、前記第 1 の遮光部に設けられた第 1 の窓部内に配置され、一方向に向かって光透過率を増加させた第 1 の露光モニタパターン、及び前記第 1 の遮光部に設けられた第 2 の窓部内に配置され、前記一方向の逆方向に向かって光透過率を増加させた第 2 の露光モニタパターンを有する第 1 のマスク部と、

第 2 の遮光部、前記第 1 のマスク部に合わせたとき、前記第 1 の遮光部に対応する位置の前記第 2 の遮光部に設けられた第 3 の窓部内に配置され、前記一方向に向かって光透過率を増加させる第 3 の露光モニタパターン、及び前記第 1 の遮光部に対応する位置の前記第 2 の遮光部に設けられて第 4 の窓部内に配置され、前記逆方向に向かって光透過率を増加させた第 4 の露光モニタパターンを有する第 2 のマスク部

とを備えることを特徴とするレチクル。

【請求項 2】 前記第 1 ～第 4 の露光モニタパターンが、それぞれ回折格子からなることを特徴とする請求項 1 に記載のレチクル。

【請求項 3】 前記回折格子のピッチは、前記レチクルを用いて露光を行う際に用いる光源の波長と、レンズの開口数と、光学系のコヒーレンスファクタにより定まる幅より小さいことを特徴とする請求項 2 に記載のレチクル。

【請求項 4】 前記幅は、前記波長を、前記コヒーレンスファクタと 1 との和及び前記開口数で割った値であることを特徴とする請求項 3 に記載のレチクル。

【請求項 5】 前記第 1 のマスク部と前記第 2 のマスク部とが同一マスク基板上に配置されることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のレチクル。

【請求項 6】 前記第 1 のマスク部が第 1 のマスク基板に配置され、前記第 2 のマスク部が第 2 のマスク基板に配置されることを特徴とする請求項 1 ～ 4 の

いずれか 1 項に記載のレチクル。

【請求項 7】 レジスト上に、第 1 の遮光部に設けられた第 1 の窓部から第 1 の露光量で、一方向に露光量を傾斜分布させて第 1 の露光モニタパターンを転写するステップと、

前記レジストの未露後部に、前記第 1 の遮光部に設けられた第 2 の窓部から前記第 1 の露光量で、前記一方向の逆方向に露光量を傾斜分布させて第 2 の露光モニタパターンを転写するステップと、

前記レジストの未露光部に、前記第 1 の遮光部に対応する位置の第 2 の遮光部に設けられた第 3 の窓部から可変露光量で、前記一方向に露光量を傾斜分布させて第 3 の露光モニタパターンを転写するステップと、

前記レジストの未露光部に、前記第 1 の遮光部に対応する位置の前記第 2 の遮光部に設けられた第 4 の窓部から前記可変露光量で、前記逆方向に露光量を傾斜分布させて第 4 の露光モニタパターンを転写するステップと、

前記第 1 及び第 3 の露光モニタパターンが転写された第 1 及び第 3 のモニタレジスト膜間の第 1 のパターン変位、及び、前記第 2 及び第 4 の露光モニタパターンが転写された第 2 及び第 4 のモニタレジスト膜間の第 2 のパターン変位を測定するステップと、

前記第 1 の露光量及び前記可変露光量間の露光量差に対する前記第 1 及び第 2 のパターン変位間の変位を求めるステップと、

前記可変露光量が前記第 1 の露光量と等しい場合に求められる変位値から前記第 1 の露光量によるかぶり露光量を算出するステップ

とを含むことを特徴とする露光モニタ方法。

【請求項 8】 前記変位は、前記露光量差に関する 2 次の近似式で表わされることを特徴とする請求項 7 に記載の露光モニタ方法。

【請求項 9】 前記第 1 ～第 4 の露光モニタパターンが、回折格子で形成されることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の露光モニタ方法。

【請求項 10】 前記回折格子のピッチは、前記露光に用いる光源の波長と、レンズの開口数と、光学系のコヒーレンスファクタにより定まる幅より小さいことを特徴とする請求項 9 に記載の露光モニタ方法。

【請求項 11】 前記幅は、前記波長を、前記コヒーレンスファクタと 1 との和及び前記開口数で割った値であることを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の露光モニタ方法。

【請求項 12】 検査用レジストを用いて、第 1 のマスク部を露光する第 1 の露光量、前記第 1 のマスク部に重ねて第 2 のマスク部を露光する第 2 の露光量に対して、それぞれ第 1 及び第 2 のかぶり露光量を測定するステップと、

前記第 1 のマスク部を含むレチクルと被露光基板を準備するステップと、

前記被露光基板に前記第 1 のマスク部を前記第 1 の露光量から前記第 2 のかぶり露光量を差し引いた露光量で露光するステップと、

前記第 2 のマスク部を含むレチクルを準備するステップと、

前記被露光基板に前記第 2 のマスク部を前記第 2 の露光量から前記第 1 のかぶり露光量を差し引いた露光量で露光するステップ

とを含むことを特徴とする露光方法。

【請求項 13】 前記第 1 のかぶり露光量の測定は、前記検査用レジスト上に、前記第 1 のマスク部に設けられ、第 1 の遮光部に設けられた第 1 の窓部から前記第 1 の露光量で、一方向に露光量を傾斜分布させて第 1 の露光モニタパターンを転写する段階と、

前記検査用レジストの未露後部に、前記第 1 の遮光部に設けられた第 2 の窓部から前記第 1 の露光量で、前記一方向の逆方向に露光量を傾斜分布させて第 2 の露光モニタパターンを転写する段階と、

前記検査用レジストの未露光部に、第 2 のマスク部に設けられ、前記第 1 の遮光部に対応する位置の第 2 の遮光部に設けられた第 3 の窓部から可変露光量で、前記一方向に露光量を傾斜分布させて第 3 の露光モニタパターンを転写する段階と、

前記検査用レジストの未露光部に、前記第 1 の遮光部に対応する位置の前記第 2 の遮光部に設けられた第 4 の窓部から前記可変露光量で、前記逆方向に露光量を傾斜分布させて第 4 の露光モニタパターンを転写する段階と、

前記第 1 及び第 3 の露光モニタパターンが転写された第 1 及び第 3 のモニタレジスト膜間の第 1 のパターン変位、及び、前記第 2 及び第 4 の露光モニタパター

ンが転写された第2及び第4のモニタレジスト膜間の第2のパターン変位を測定する段階と、

前記第1の露光量及び前記可変露光量間の露光量差に対する前記第1及び第2のパターン変位間の変位を求める段階と、

前記可変露光量が前記第1の露光量と等しい場合に求められる変位値から前記第1の露光量によるかぶり露光量を算出する段階

とを含むことを特徴とする請求項12に記載の露光方法。

【請求項14】 前記第2のかぶり露光量の測定が、新たな検査用レジストを用いて、前記第1のマスク部を前記第2の露光量で露光し、更に、前記第2のマスク部を前記第2の露光量で露光して、新たな変位値を求めて前記第2の露光量による前記第2のかぶり露光量を算出することを特徴とする請求項12又は13に記載の露光方法。

【請求項15】 前記変位は、前記露光量差に関する2次の近似式で表わされることを特徴とする請求項13又は14に記載の露光方法。

【請求項16】 前記第1～第4の露光モニタパターンが、回折格子で形成されることを特徴とする請求項13～15のいずれか1項に記載の露光方法。

【請求項17】 前記回折格子のピッチは、前記露光に用いる光源の波長と、レンズの開口数と、光学系のコヒーレンスファクタにより定まる幅より小さいことを特徴とする請求項16に記載の露光方法。

【請求項18】 前記幅は、前記波長を、前記コヒーレンスファクタと1との和及び前記開口数で割った値であることを特徴とする請求項16又は17に記載の露光方法。

【請求項19】 検査用レジストを用いて、第1のマスク部を露光する第1の露光量、前記第1のマスク部に重ねて第2のマスク部を露光する第2の露光量に対して、それぞれ第1及び第2のかぶり露光量を測定する工程と、半導体基板上に、レジストを塗布する工程と、

前記半導体基板と前記第1のマスク部を含むレチクルを露光装置に装着する工程と、

前記半導体基板に前記第1のマスク部を前記第1の露光量から前記第2のかぶ



り露光量を差し引いた露光量で露光する工程と、

前記第2のマスク部を含むレチクルを前記露光装置に装着する工程と、

前記半導体基板に前記第2のマスク部を前記第2の露光量から前記第1のかぶり露光量を差し引いた露光量で露光する工程

とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項20】 前記第1のかぶり露光量の測定は、前記検査用レジスト上に、前記第1のマスク部に設けられ、第1の遮光部に設けられた第1の窓部から前記第1の露光量で、一方向に露光量を傾斜分布させて第1の露光モニタパターンを転写する段階と、

前記検査用レジストの未露後部に、前記第1の遮光部に設けられた第2の窓部から前記第1の露光量で、前記一方向の逆方向に露光量を傾斜分布させて第2の露光モニタパターンを転写する段階と、

前記検査用レジストの未露光部に、第2のマスク部に設けられ、前記第1の遮光部に対応する位置の第2の遮光部に設けられた第3の窓部から可変露光量で、前記一方向に露光量を傾斜分布させて第3の露光モニタパターンを転写する段階と、

前記検査用レジストの未露光部に、前記第1の遮光部に対応する位置の前記第2の遮光部に設けられた第4の窓部から前記可変露光量で、前記逆方向に露光量を傾斜分布させて第4の露光モニタパターンを転写する段階と、

前記第1及び第3の露光モニタパターンが転写された第1及び第3のモニタレジスト膜間の第1のパターン変位、及び、前記第2及び第4の露光モニタパターンが転写された第2及び第4のモニタレジスト膜間の第2のパターン変位を測定する段階と、

前記第1の露光量及び前記可変露光量間の露光量差に対する前記第1及び第2のパターン変位間の変位を求める段階と、

前記可変露光量が前記第1の露光量と等しい場合に求められる変位値から前記第1の露光量によるかぶり露光量を算出する段階

とを含むことを特徴とする請求項19に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項21】 前記第2のかぶり露光量の測定が、新たな検査用レジスト

を用いて、前記第1のマスク部を前記第2の露光量で露光し、更に、前記第2のマスク部を前記第2の露光量で露光して、新たな変位値を求めて前記第2の露光量による前記第2のかぶり露光量を算出することを特徴とする請求項19又は20に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項22】 前記変位は、前記露光量差に関する2次の近似式で表わされることを特徴とする請求項20又は21に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項23】 前記第1～第4の露光モニタパターンが、回折格子で形成されることを特徴とする請求項20～22のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項24】 前記回折格子のピッチは、前記露光に用いる光源の波長と、レンズの開口数と、光学系のコヒーレンスファクタにより定まる幅より小さいことを特徴とする請求項23に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項25】 前記幅は、前記波長を、前記コヒーレンスファクタと1との和及び前記開口数で割った値であることを特徴とする請求項23又は24に記載の半導体装置の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、多重露光過程における実効的な露光量をモニタするレチクル、及び露光モニタ方法に関する。さらには、その露光モニタ方法を用いた露光方法、及び半導体装置の製造方法に関する。

#### 【0002】

#### 【従来の技術】

近年、複数回の露光過程を必要とする多重露光法が、微細加工技術の一つとして注目されている。半導体装置の性能は、配線パターンの寸法に大きく支配されている。このため、多重露光法を用いる工程において寸法精度を向上させるための制御パラメータを、より高精度に制御することが求められている。多重露光法を用いる場合、通常は各露光過程に対してそれぞれ露光条件を求めて、求めた露光条件で各露光過程を行って多重露光を実施している。

## 【0003】

フォトリソグラフィ工程は、露光装置を用いてレジスト膜を塗布した半導体基板上に回路パターンの転写を行う工程である。縮小投影露光装置を用いたパターン形成において、露光装置の解像力は、露光光の波長 $\lambda$ に比例し、開口数NAに反比例する。したがって、半導体装置の微細化の要求に対して、これまでは露光波長の短波長化、投影レンズの高NA化とそれに伴ったプロセス改善が行われてきた。しかしながら、近年の半導体装置のさらなる微細化要求に対しては、露光量裕度および焦点深度の確保が極めて困難となってきた。このため、少ない露光マージンを有効に活用し、歩留まりの低下を招くことなく、加工寸法精度の向上を図るために、より高精度な露光量およびフォーカス管理が求められている。

## 【0004】

露光量管理については、使用する縮小投影露光装置において半導体基板上で解像しないピッチで、透過部と遮光部の寸法比を一方向に連続的に変えたパターンを配置したレチクルにより、露光量に傾斜分布を持たせて露光する露光量モニタ法の提案がなされている（特許文献1及び非特許文献1参照）。この方法によれば、レジストマスクパターン形成の実効的な適正露光量の変動分布を知ることができる。また、透過率の異なる複数のパターンを連続的に配置することで照射量の傾斜分布を持ったパターンを形成する方法も提案されている（非特許文献2参照）。

## 【0005】

## 【特許文献1】

特開2000-310850号公報（第5-9頁、第1図）

## 【0006】

## 【非特許文献1】

SPIEインテグレイテッド・サーキット・メトロロジ、インスペクション・アンド・プロセスコントロール4（Integrated Circuit Metrology, Inspection, and Process Control4）、第1261巻、1990年、315頁

## 【0007】

**【非特許文献 2】**

S P I E インテグレイティッド・サーキット・メトロロジ、インスペクション・アンド・プロセスコントロール 4 (integrated Circuit Metrology, Inspection, and Process Control4)、第 2 7 2 6 巻、1 9 9 6 年、7 9 9 頁

**【0 0 0 8】****【発明が解決しようとする課題】**

上述したように、微細加工においては、半導体装置のパターン寸法の加工精度や均一性を求めるために、フォトリソグラフィの露光条件を高精度に制御することが重要となる。しかしながら、二重露光の場合、第 1 の露光過程と第 2 の露光過程相互間のかぶりの影響がある。この相互間のかぶりのため、露光量が設定した露光条件からずれてしまう。その結果、仕上がりのパターン寸法が設計と異なるという問題がある。従来行われている露光量モニタ法では、多重露光法の各々の露光過程における実効的な露光量を見積もることは可能であるものの、多重露光することによって各々の露光量に及ぼす影響を見積もることができないという問題があった。

**【0 0 0 9】**

本発明は、このような課題を解決し、多重露光過程における実効的な露光量を高精度にモニタすることができるレチクル、露光モニタ方法、及び露光モニタ方法を適用した露光方法、半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

**【0 0 1 0】****【課題を解決するための手段】**

上記課題を解決するため、本発明の第 1 の特徴は、(イ) 第 1 の遮光部、第 1 の遮光部に設けられた第 1 の窓部内に配置され、一方向に向かって光透過率を増加させた第 1 の露光モニタパターン、及び第 1 の遮光部に設けられた第 2 の窓部内に配置され、一方向の逆方向に向かって光透過率を増加させた第 2 の露光モニタパターンを有する第 1 のマスク部と、(ロ) 第 2 の遮光部、第 1 のマスク部に合わせたとき、第 1 の遮光部に対応する位置の第 2 の遮光部に設けられた第 3 の窓部内に配置され、一方向に向かって光透過率を増加させる第 3 の露光モニタパターン、及び第 1 の遮光部に対応する位置の第 2 の遮光部に設けられて第 4 の窓部

内に配置され、逆方向に向かって光透過率を増加させた第4の露光モニタパターンを有する第2のマスク部とを備えるレチクルであることを要旨とする。

#### 【0011】

本発明の第1の特徴によれば、多重露光過程における実効的な露光量を高精度にモニタすることができるレチクルを提供することができる。

#### 【0012】

本発明の第1の特徴において、第1のマスク部と第2のマスク部とが同一マスク基板上に配置されてもよい。また、第1のマスク部が第1のマスク基板に配置され、第2のマスク部が第2のマスク基板に配置されてもよい。

#### 【0013】

本発明の第2の特徴は、(イ)レジスト上に、第1の遮光部に設けられた第1の窓部から第1の露光量で、一方向に露光量を傾斜分布させて第1の露光モニタパターンを転写するステップと、(ロ)レジストの未露後部に、第1の遮光部に設けられた第2の窓部から第1の露光量で、一方向の逆方向に露光量を傾斜分布させて第2の露光モニタパターンを転写するステップと、(ハ)レジストの未露光部に、第1の遮光部に対応する位置の第2の遮光部に設けられた第3の窓部から可変露光量で、一方向に露光量を傾斜分布させて第3の露光モニタパターンを転写するステップと、(ニ)レジストの未露光部に、第1の遮光部に対応する位置の第2の遮光部に設けられた第4の窓部から可変露光量で、逆方向に露光量を傾斜分布させて第4の露光モニタパターンを転写するステップと、(ホ)第1及び第3の露光モニタパターンが転写された第1及び第3のモニタレジスト膜間の第1のパターン変位、及び、第2及び第4の露光モニタパターンが転写された第2及び第4のモニタレジスト膜間の第2のパターン変位を測定するステップと、(ヘ)第1の露光量及び可変露光量間の露光量差に対する第1及び第2のパターン変位間の変位を求めるステップと、(ト)可変露光量が第1の露光量と等しい場合に求められる変位値から第1の露光量によるかぶり露光量を算出するステップとを含む露光モニタ方法であることを要旨とする。ここで、上記した(イ)と(ロ)のステップは同時でも別々でもよい。また、(ハ)と(ニ)のステップは同時でも別々でもよい。

## 【0014】

本発明の第2の特徴によれば、多重露光過程における実効的な露光量を高精度にモニタすることができる露光モニタ方法を提供することができる。

## 【0015】

本発明の第3の特徴は、(イ) 検査用レジストを用いて、第1のマスク部を露光する第1の露光量、第1のマスク部に重ねて第2のマスク部を露光する第2の露光量に対して、それぞれ第1及び第2のかぶり露光量を測定するステップと、(ロ) 第1のマスク部を含むレチクルと被露光基板を準備するステップと、(ハ) 被露光基板に第1のマスク部を第1の露光量から第2のかぶり露光量を差し引いた露光量で露光するステップと、(ニ) 第2のマスク部を含むレチクルを準備するステップと、(ホ) 被露光基板に第2のマスク部を第2の露光量から第1のかぶり露光量を差し引いた露光量で露光するステップとを含む露光方法であることを要旨とする。

## 【0016】

本発明の第3の特徴によれば、多重露光過程における実効的な露光量を高精度にモニタすることができる露光モニタ方法適用した露光方法を提供することができる。

## 【0017】

本発明の第4の特徴は、(イ) 検査用レジストを用いて、第1のマスク部を露光する第1の露光量、第1のマスク部に重ねて第2のマスク部を露光する第2の露光量に対して、それぞれ第1及び第2のかぶり露光量を測定する工程と、(ロ) 半導体基板上に、レジストを塗布する工程と、(ハ) 半導体基板と第1のマスク部を含むレチクルを露光装置に装着する工程と、(ニ) 半導体基板に第1のマスク部を第1の露光量から第2のかぶり露光量を差し引いた露光量で露光する工程と、(ホ) 第2のマスク部を含むレチクルを露光装置に装着する工程と、(ヘ) 半導体基板に第2のマスク部を第2の露光量から第1のかぶり露光量を差し引いた露光量で露光する工程とを含む半導体装置の製造方法であることを要旨とする。

## 【0018】

本発明の第4の特徴によれば、多重露光過程における実効的な露光量を高精度にモニタすることができる露光モニタ方法を適用した半導体装置の製造方法を提供することができる。

#### 【0019】

本発明の第2～第4の特徴において、関係は、変位の露光量差に関する2次の近似式であることが好ましい。本発明の第1～第4の特徴において、第1～第4の露光モニタパターンが、光透過率が単調に変化するピッチを有する回折格子パターンで形成されることが好ましい。また、回折格子のピッチPは、光源の波長を $\lambda$ 、レンズの開口数をNA、光学系の光の干渉性を表わすコヒーレンスファクタを $\sigma$ としたとき、

$$P < \lambda / (NA \times (1 + \sigma)) \quad \cdots \quad (1)$$

の条件を満たすことが好ましい。

#### 【0020】

##### 【発明の実施の形態】

以下図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。以下の図面の記載において、同一または類似の部分には同一または類似の符号が付してある。但し、図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各層の厚みの比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。したがって、具体的な厚みや寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。また図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

#### 【0021】

本発明の実施の形態に係る二重露光用のレチクル4は、図1に示すように、第1の露光過程で露光される回路パターンが配置された第1の回路パターン領域21を有する第1のマスキ部14aと、第2の露光過程で第1のマスキ部より露光された第1の回路パターンに重ね合せて露光される回路パターンが配置された第2の回路パターン領域22を有する第2のマスキ部14bからなる。第1のマスキ部14aには、第1の露光過程において露光量を測定する第1の変位モニタ51が配置されている。第2のマスキ部14bには、第2の露光過程において露光量を測定する第2の変位モニタ52が配置されている。ここで、第2の変位モニタ

タ 5 2 は、第 2 の露光過程で第 1 の露光過程より露光された第 1 の変位モニタ 5 1 に重ね合せて露光される位置に配置されている。第 1 及び第 2 の変位モニタ 5 1、5 2 は、第 1 及び第 2 の回路パターン領域 2 1、2 2 中の回路パターンがない領域に配置される。

#### 【0022】

第 1 のマスク部 1 4 a の第 1 の変位モニタ 5 1 には、図 2 の平面図、及び図 3 (a) の A-A 断面図に示すように、第 1 の窓部 1 1 a と第 2 の窓部 1 1 b が透明基板 5 上の第 1 の遮光部 1 6 に設けられている。第 1 及び第 2 の窓部 1 1 a、1 1 b 内には、第 1 及び第 2 の露光モニタパターン 6、7 がそれぞれ配置されている。第 1 の露光モニタパターン 6 は、紙面左から右の一方向に向かってパターン幅が連続的に増加する複数の遮光膜 6 a ~ 6 m を有する回折格子からなり、第 2 の露光モニタパターン 7 は、逆方向に向かってパターン幅が連続的に増加する複数の遮光膜 7 a ~ 7 m を有する回折格子からなる。また、第 1 の窓部 1 1 a 内には、第 1 の回路パターン領域 2 1 の回路パターンの一つである配線パターン 3 等が、第 1 の露光モニタパターン 6 の紙面に向かって左側に隣接して配置されている。

#### 【0023】

第 2 のマスク部 1 4 b の第 2 の変位モニタ 5 2 には、図 2 の平面図、及び図 3 (b) の B-B 断面図に示すように、第 3 の窓部 1 2 a と第 4 の窓部 1 2 b が透明基板 5 上の第 2 の遮光部 1 8 に設けられている。第 3 及び第 4 の窓部 1 2 a、1 2 b 内には、第 3 及び第 4 の露光モニタパターン 8、9 がそれぞれ配置されている。第 3 の露光モニタパターン 8 は、紙面左から右の一方向に向かってパターン幅が連続的に増加する複数の遮光膜 8 a ~ 8 m を有する回折格子からなり、第 4 の露光モニタパターン 9 は、逆方向に向かってパターン幅が連続的に増加する複数の遮光膜 9 a ~ 9 m を有する回折格子からなる。また、第 3 の窓部 1 2 a の紙面に向かって左側には、配線窓部 1 7 a、1 7 b で挟まれた第 2 の回路パターン領域 2 2 の配線遮光部 1 3 が配置されている。ここで、第 1 及び第 3 の露光モニタ 6、8 と第 2 及び第 4 の露光モニタパターン 7、9 のパターンは 180 度反転してあるが、パターン寸法は同一である。



## 【0024】

第1及び第2の露光過程による第1及び第2の変位モニタ51、52のマスク合せについて、図4を用いて説明する。図4に示すように、第1の窓部11aに配置された第1の露光モニタパターン6は、第2のマスク部14bの第2の遮光部18に対応する位置、例えば、第3の窓部12aと配線窓部17bの間に収まるように配置されている。第2の窓部11bに配置された第2の露光モニタパターン7も、第2のマスク部14bの第2の遮光部18に対応する位置、例えば、第3及び第4の窓部12a、12bの間に収まるように配置されている。また、第3の窓部12aに配置された第3の露光モニタパターン8は、第1のマスク部14aの第1の遮光部16に対応する位置、例えば、第1及び第2の窓部11a、11bの間に収まるように配置されている。第4の窓部12bに配置された第4の露光モニタパターン9は、第1のマスク部14aの第1の遮光部16に対応する位置、例えば、第2の窓部11bの紙面に受かって左側に収まるように配置されている。また、第1のマスク部14aの配線パターン3は、第2のマスク部14bの配線遮光部13により遮光される位置に収まるように配置されている。

## 【0025】

二重露光工程においてはまず、第1の露光過程で、第1のマスク部14aの配線パターン3等を含む回路パターンと第1の変位モニタ51の第1及び第2の露光モニタパターン6、7が露光される。引き続き、第2の露光過程では、第3及び第4の露光モニタパターン8、9が、第1の露光過程で遮光された第1の遮光部16の領域に露光される。このとき、露光された第1および第2の露光モニタパターン6、7は、第2の露光過程においては、第2の遮光部18で遮光される。また、第1の露光過程で露光された第1のマスク部14aの配線パターン3は、第2の露光過程では、第2のマスク部の配線遮光部13により遮光される。

## 【0026】

本発明の実施の形態の二重露光工程の説明に用いる露光装置50は、例えば、図5に示すような縮小投影露光装置（ステッパ）で、縮小比は1：4としている。光源41、シャッタ42及び照明レンズ系44により照明光学系40が構成されている。光源41として、波長 $\lambda$ ：248nmのクリプトンフロライド（Kr

F) エキシマレーザを用い、照明レンズ系 44 には、フライアイレンズ及びコンデンサレンズが含まれる。照明光学系のコヒーレンスファクタ  $\sigma$  は、0.75 である。投影光学系 46 は、投影レンズと瞳絞り等により構成され、レンズ開口数 NA は、0.6 である。露光光 B は、照明光学系 45 と投影光学系 46 との間に設置されたレチクル 4 のパターンをステージ 48 上の半導体基板 1 に縮小投影する。二重露光工程では、まず、レチクル 4 上の第 1 のマスク部 14a が半導体基板のショット領域にステップアンドリピートで露光される。次いで、レチクル 4 上の第 2 のマスク部 14b が、第 1 のマスク部 14a が露光されたショット領域にステップアンドリピートで露光される。ショット当りの露光範囲は、20 mm 角である。なお、説明の便宜上、露光装置 50 の縮小比を 1:4 としているが、任意の縮小比でもよいことは勿論である。以下の説明において、レチクル 4 上のパターンの寸法としては、断りのない限り半導体基板 1 上に縮小投影された寸法に換算して記述する。

#### 【0027】

次に、本発明の実施の形態に係る露光モニタ方法について、簡単のため、第 1 の露光モニタパターン 6 を例にとり説明する。図 6 (a) 及び (b) に示すように、第 1 の露光モニタパターン 6 は、透明基板 5 上に配置した複数の遮光膜 6a ~ 6m の幅を、固定のピッチ P で、一定の割合で増加させることにより開口率を連続的に変化させた回折格子である。遮光膜 6a の紙面に向かって右側は開口率：100%に近い最大値であり、遮光膜 6m では開口率：0%となる。波長  $\lambda$ 、開口数 NA に対して、ピッチ P が、(1) 式の条件を満たすとき、投影される第 1 の露光モニタパターン 6 の回折格子パターンは、基板上では解像されない。露光光 B は、第 1 の露光モニタパターン 6 の回折格子により回折されるが、1 次回折光は露光装置の投影光学系 46 の瞳絞りで遮られ、半導体基板 1 面上に到達しない。即ち、半導体基板 1 面上では、回折格子パターンの開口率に応じて 0 次回折光の強度分布が生じるだけで、回折格子パターンは結像されない。即ち、回折格子パターンは開口率に比例して、一方向に向かって光透過率が一定の割合で連続的に変化するため、透過する露光光量に傾斜分布が生じる。本発明の実施の形態の説明に用いる露光装置 50 ( $\lambda$ : 248 nm、NA: 0.6、 $\sigma$ : 0.75

）の場合、（１）式の条件を満たすピッチ $P$ は、略 $234\text{ nm}$ 以下となる。ここでは、ピッチ $P$ として、 $190\text{ nm}$ としている。

#### 【0028】

本発明の実施の形態の説明に用いるポジティブ型のレジストは、例えば、下限露光量 $E_{Xc}$ 以上で感度を持つ。下限露光量 $E_{Xc}$ 以上の露光量で露光されたレジスト膜は現像工程で溶解することで膜厚は減少し、限界露光量 $E_{X0}$ 以上の露光量で完全に溶解する。通常は余裕を見て限界露光量 $E_{X0}$ 以上の露光量 $E_X$ が与えられる。限界露光量 $E_{Xc}$ と下限露光量 $E_{X0}$ 間は中間領域でレジスト膜は膜減りするものの除去されずに基板表面に残る。なお、露光量を限界露光量 $E_{X0}$ よりはるかに大きくして、所謂オーバ露光するとレジスト残膜はないものの、残すべきレジストパターン幅も減少してしまう。従って、露光量 $E_X$ の設定は、限界露光量 $E_{X0}$ の数 $10\%$ オーバの露光量が用いられる。

#### 【0029】

図7（a）に示すように、露光光 $B$ を、第1の露光モニタパターン6を有するレチクル4に照射し、レジスト膜を塗布した半導体基板1を露光する。例えば、第1の露光モニタパターン6の遮光膜6mの左側のエッジを基点とすると、図7（b）に示すように、得られる光学像は、紙面右に向かって、なだらかに露光強度が増加し、第1の露光モニタパターン6の遮光膜6aの右側のエッジで露光強度は1に達する分布を持つ。ここで、露光強度は、露光光の露光量 $E_X$ で規格化された値である。露光量 $E_X$ は、 $E_{X0}$ よりも十分大きいので、レジストの感度曲線に従い、半導体基板1上のレジスト膜に露光され、図7（c）に示すような第1のモニタレジスト膜26が得られる。即ち、露光強度が $E_{Xc}/E_X$ より小さい範囲に対応する露光位置では、レジスト膜はそのまま残り、露光強度が $E_{Xc}/E_X \sim E_{X0}/E_X$ 間で第1のモニタレジスト膜26の傾斜側壁20が形成される。なお、露光強度が $E_{X0}/E_X \sim 1$ 間に対応する露光位置ではレジスト膜は除去されるため、図7（c）に示されるように、第1のモニタレジスト膜26は、第1の露光モニタパターン6の遮光膜6a側のエッジより、ずれ幅 $\Delta s$ だけ縮小後退する。あるいは、露光された第1の露光モニタパターン6のパターン中心 $C_a$ と第1のモニタレジスト膜26のパターン中心 $C_b$ には、パターン変位

$\Delta c$  ( $\equiv \Delta s / 2$ ) が発生する。したがって、パターン変位  $\Delta c$  あるいはずれ幅  $\Delta s$  を光学式の合せずれ検査装置を使用して測定することにより、露光量がモニタできる。

#### 【0030】

本発明の実施の形態に係るレチクル 4 を用いて二重露光工程を行う場合について説明する。第 1 の露光過程において、図 8 (a) に示すように、例えば第 1 の露光量  $D_1$  でいったん第 1 のマスク部 14 a の第 1 の変位モニタ 5 1 がレジスト上に露光される。その結果、半導体基板 1 上のレジストが露光された露光レジスト 3 2 の間に未露光部の、第 1 及び第 2 の露光モニタパターン 6、7 に対応した第 1 及び第 2 のモニタ潜像 3 6、3 7 と、第 1 の遮光部 1 6 の一部に対応した第 3 及び第 4 のモニタ遮光部 3 8、3 9 が形成される。第 1 及び第 2 のモニタ潜像 3 6、3 7 は、図 7 で説明したように、第 1 の露光量  $D_1$  に応じてパターン幅が第 1 のずれ幅  $\Delta s_1$  だけ縮小して、第 1 のモニタ幅  $L_1$  となる。

#### 【0031】

引き続き、第 2 の露光過程では、図 8 (b) に示すように、第 2 のマスク部 14 b の第 2 の変位モニタ 5 2 が第 2 の露光量  $D_2$  で露光される。その結果、第 1 及び第 2 の露光過程で露光された露光レジスト 3 2 a の間に、未露光部の第 1 及び第 2 のモニタ潜像 3 6 a、3 7 a に加えて、第 3 のモニタ遮光部 3 8 に未露光の第 3 のモニタ潜像 3 8 a 及び第 4 のモニタ遮光部 3 9 に未露光の第 4 のモニタ潜像 3 9 a が形成される。第 3 及び第 4 のモニタ潜像 3 8、3 9 は、第 2 の露光量  $D_2$  に応じてパターン幅が第 2 のずれ幅  $\Delta s_2$  だけ縮小して、第 2 のモニタ幅  $L_2$  となる。第 1 の露光過程で露光された第 1 及び第 2 のモニタ潜像 3 6、3 7 は、第 2 の露光過程では第 2 の遮光部 1 8 で遮光される。二重露光後に得られた第 1 及び第 2 のモニタ潜像 3 6 a、3 7 a は、単独に第 1 の露光量  $D_1$  で露光されて得られるパターン幅より更に、変位  $X_e$  だけ狭くなって、第 1 の縮小幅  $L_{a1}$  となる。第 2 の露光過程の時に、回折や乱反射等に起因する迷光により、第 2 の遮光部 1 8 下にかぶりが生じ、オーバー露光になるためである。

#### 【0032】

二重露光工程のかぶり量を評価するため、図 8 (a) で示した第 1 の露光過程

において、まず、第1の露光量 $D_1$ を一定値として第1の変位モニタ51を、半導体基板1上のショット領域に所望の数だけ露光する。引き続き図8(b)で示した第2の露光過程では、第2の露光量 $D_2$ を可変露光量 $D_x$ として変化させながら第2の変位モニタ52を、第1の変位モニタ51が露光された半導体基板1のショット領域に露光する。現像後、図8(c)に示すように、第1及び第2の変位モニタ51、52の第1~第4の露光モニタパターン6~9が転写された第1~第4のモニタレジスト膜26~29が形成される。第1及び第3のモニタレジスト膜26、28は、例えば、紙面に向かって右側のパターンエッジが左方向に縮小後退する。逆に、第2及び第4のモニタレジスト膜27、29は、紙面に向かって左側のパターンエッジが右方向に縮小後退する。更に、第1及び第2のモニタレジスト膜26、27は、第2の露光過程で可変露光量 $D_x$ のかぶりを受けて、互いに逆方向に変位 $X_e$ だけずれている。一方、第2の露光過程で第3及び第4の露光モニタパターン8、9が露光されるとき、合せずれが生じて、第3及び第4のモニタレジスト膜28、29は、二重露光による合せずれ幅 $X_a$ だけ同一方向にずれる。ここで、例えば、第1のモニタレジスト膜26が縮小後退する、紙面に向かって左方向を正の方向とする。したがって、二重露光工程で得られる第1のモニタレジスト膜26と第3のモニタレジスト膜28で生じる第1のパターン変位 $S_1$ は、

$$S_1 = X_e + X_a \quad \dots \quad (2)$$

となる。第2のモニタレジスト膜27と第4のモニタレジスト膜29で生じる第2のパターン変位 $S_2$ は同様に、

$$S_2 = -X_e + X_a \quad \dots \quad (3)$$

と表わすことができる。したがって、変位 $X_e$ は、(2)及び(3)式の差より、

$$X_e = (S_1 - S_2) / 2 \quad \dots \quad (4)$$

と表わすことができる。

### 【0033】

第1及び第2の変位 $S_1$ 、 $S_2$ は、光学式の合せずれ検査装置で測定することができる。ここで、第1の露光量 $D_1$ と第2の露光量(可変露光量) $D_2$ との差



の絶対値を露光量差 $\Delta D$ とし、各露光量差 $\Delta D$ について変位 $X_e$ をプロットすると、図9に示すような関係が得られる。この露光量差 $\Delta D$ と変位 $X_e$ の関係は、補正係数 $A$ 、 $B$ 、 $C$ を用いて、

$$\Delta X_e = A \cdot \Delta D^2 + B \cdot \Delta D + C \quad \dots \quad (5)$$

と2次式でよく近似できる。ここで、補正係数 $A$ 、 $B$ 、 $C$ は測定データをもとにフィッティングにより求められる。

#### 【0034】

次に、第1及び第2の露光過程での露光量とともに露光量 $D_3$ と同じにして、同様に二重露光を行う。そして、合せずれ検査装置の測定結果より、(4)式により変位 $X_e(D_3)$ を算出する。得られた変位 $X_e(D_3)$ を、(5)式に代入して、得られる $\Delta D$ を「かぶり露光量 $E_3$ 」とする。この場合、二重露光工程での第1および第2の露光過程で、同じ露光量を用いているため、算出された変位は、露光量 $D_3$ のかぶりから生じるものである。したがって、かぶり露光量 $E_3$ は、二重露光工程における第2の露光過程の露光量 $D_3$ で生じるかぶりである。このようにして、本発明の実施の形態に係る露光モニタ方法よれば、二重露光工程でのかぶり量 $E_3$ を定量的に評価することができる。

#### 【0035】

次に、本発明の実施の形態に係るレチクル4を用いた、回路パターン形成のための露光方法を、図10により説明する。レチクル4の第1及び第2のマスク部14a、14bを単独で露光する場合の第1の最適露光量 $D_{m1}$ 及び第2の最適露光量 $D_{m2}$ を予め決定しておく。更に、本発明の実施の形態に係る露光モニタ方法により第1及び第2の最適露光量 $D_{m1}$ 、 $D_{m2}$ に対してそれぞれ、第1のかぶり露光量 $E_1$ 、及び第2のかぶり露光量 $E_2$ を算出する。

#### 【0036】

(イ) まず、レチクル4が設置された露光装置50のステージ48上に、図10(a)に示すように、ポジティブ型のレジスト31を塗布した半導体基板1を装着する。

#### 【0037】

(ロ) 第1の露光過程で、第1の露光量 $D_1$ で第1のマスク部14aの第1を



、半導体基板 1 上の各ショット領域にステップアンドリピートで露光する。ここで、第 1 の露光量  $D_1$  は、第 1 の最適露光量  $D_{m1}$  から第 2 のかぶり露光量  $E_2$  を差し引いた第 1 の補正露光量 ( $D_{m1} - E_2$ ) としてある。例えば、図 10 (b) に示すように、レジスト 31 が露光された露光レジスト 32 の間に未露後部の配線潜像 33、第 1 のモニタ潜像 36、第 2 のモニタ潜像 37、第 3 のモニタ遮光部 38、及び第 4 のモニタ遮光部 39 が形成される。

#### 【0038】

(ハ) 引き続き第 2 の露光過程では、第 2 の露光量  $D_2$  で第 2 のマスク部 14b を、第 1 のマスク部 14a が露光された半導体基板 1 の各ショット領域にステップアンドリピートで露光する。第 2 の露光量  $D_2$  は、第 2 の最適露光量  $D_{m2}$  としてある。図 10 (c) に示すように、第 1 及び第 2 の露光過程で露光された露光レジスト 32a の間に、未露後部の配線潜像 33a、第 1 および第 2 のモニタ潜像 36a、37a に加えて、第 3 のモニタ遮光部 38 に第 3 のモニタ潜像 38a、及び第 4 のモニタ遮光部 39 に第 4 のモニタ潜像 39a が新たに形成される。なお、配線潜像 33a、第 1 および第 2 のモニタ潜像 36a、37a は、第 2 の露光過程において、かぶり露光量  $E_2$  でかぶり露光されている。

#### 【0039】

(ニ) 上記のように二重露光された半導体基板 1 を現像して、図 10 (d) に示すように、配線レジスト膜 23 と、第 1 ～第 4 のモニタレジスト膜 26 ～29 が形成される。配線レジスト膜 23 は、第 1 の露光過程において、第 2 の露光過程で用いる第 2 の露光量  $D_2$  から生じるかぶり露光量  $E_2$  により補正された第 1 の補正露光量 ( $D_{m1} - E_2$ ) で露光されているため、所望のパターン寸法となる。

#### 【0040】

本発明の実施の形態に係る露光方法によれば、二重露光工程において高精度で制御性良くパターン形成ができる。

#### 【0041】

なお、上述の説明においては、第 1 の露光過程で配線パターン 3 等の回路パターンをレジスト 31 上に露光する場合について説明したが、逆に、第 1 の露光過程

で遮光された領域に第2の露光過程で配線パターン等の回路パターンを露光する工程もある。この場合は、第2の露光過程の第2の露光量 $D_2$ として、第2の最適露光量 $D_{m2}$ から第1のかぶり露光量 $E_1$ を差し引いた第2の補正露光量( $D_{m2} - E_1$ )を用いれば、同様の効果が得られることは、勿論である。更に、第1および第2の露光過程それぞれで、異なる回路パターンを露光する場合には、第1及び第2の露光量 $D_1$ 、 $D_2$ として、第1及び第2の補正露光量( $D_{m1} - E_2$ )、( $D_{m2} - E_1$ )を用いれば、同様の効果があることが確認されている。

#### 【0042】

##### (変形例)

次に、本発明の実施の形態の変形例に係わる二重露光用のレチクルを説明する。本発明の実施の形態の変形例では、露光モニタパターンに特徴があり、他は本発明の実施の形態と同様であるので、重複した記載を省略する。

#### 【0043】

本発明の実施の形態において、第1及び第2の変位モニタ51、52に配置される第1～第4の露光モニタパターン6～8は単一のパターンである。単一の露光モニタの替わりに、例えば、複数の露光モニタ群のパターン変位を測ることににより、変位測定精度を向上させることができる。本発明の実施の形態の変形例として、ボックス形状の露光モニタを備えたレチクル4aを図11に示す。レチクル4aは、図11に示すように、透明基板5a上に第1の変位モニタ53と第2の変位モニタ54を備えている。上述したレチクル4と同様に、第1の変位モニタ53は、第1の露光過程で用いる第1の露光マスク部に設けられ、第2の変位モニタ54は、第2の露光過程で用いる第2の露光マスク部に設けられる。

#### 【0044】

第1の変位モニタ53には、枠状に配置された4個の第1～第4のモニタ61～64からなる第1の露光モニタボックス60と、枠状に配置された4個の第1～第4のモニタ71～74からなる第2の露光モニタボックス70、及び均一な遮光膜よりなる第1の遮光部65からなる。

#### 【0045】



第2の変位モニタ54には、枠状に配置された4個の第1～第4のモニタ81～84からなる第3の露光モニタボックス80と、枠状に配置された4個の第1～第4のモニタ91～94からなる第4の露光モニタボックス90、及び均一な遮光膜よりなる第2の遮光部85からなる。

#### 【0046】

ここで、本発明の実施の形態の変形例において、第1～第4のモニタ61～64、71～74、81～84、及び91～94は、図11では詳細は省略しているが、図6に示した第1の露光モニタパターン6と同様の構造の回折格子パターンを有する露光モニタである。第1および第3の露光モニタボックス60、80において、第1および第2のモニタ61、62、81、82は、例えば、図11の紙面右から左の方向に開口率が増加する回折格子であり、第3及び第4のモニタ63、64、83、84は、紙面上から下方向に開口率が増加する回折格子である。また、第2および第4の露光モニタボックス70、90においては、第1および第2のモニタ71、72、91、92は、例えば、図11の紙面左から右の方向に開口率が増加する回折格子であり、第3及び第4のモニタ73、74、93、94は、紙面下から上方向に開口率が増加する回折格子である。

#### 【0047】

更に、第1の変位モニタ53に配置された、第1及び第2の露光モニタボックス60、70は、第2の変位モニタ54の第2の遮光部85により遮光される領域に収まるように重ねあわされる。第2の変位モニタ54に配置されている第3及び第4の露光モニタボックス80、90は、第1の変位モニタ53の第1の遮光部65により遮光される領域に収まるように重ねあわされる。

#### 【0048】

図11において、第1及び第3の露光モニタボックス60、80は、露光により紙面に向かって右上方向にパターンずれを起こし、第2及び第4の露光モニタボックス70、90は、紙面に向かって左下方向にパターンずれすることになる。このように、レチクル4aによれば、第1及び第2の変位モニタ53、54のパターンの変位として1次元だけでなく、2次元の変位を用いることも可能となり、より高精度に二重露光のかぶり露光量の測定ができる。

## 【0049】

このように、本発明の実施の形態の変形例によれば、二重露光工程のかぶりの影響を簡便にかつ高精度で再現性良く測定できる。

## 【0050】

(その他の実施の形態)

上記のように、本発明を実施の形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者にはさまざまな代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなるろう。

## 【0051】

本発明の実施の形態において、露光光の透過率の分布を持たせるために、回折格子の開口率を所望の割合で変化させた露光パターンを用いたが、回折格子に限らず、他の方法により露光光の透過率の分布を持たせることができれば、いかなる方法でもよいことは勿論である。例えば、図12(a)及び(b)に示すように、レチクル4bに用いる第1の露光モニタパターン106として、透明基板5b上に、複数の遮光膜106a～106mを一定幅で、厚さを一定の割合で変化させて配置している。金属であっても薄膜とすれば光透過性が生じるので、遮光膜106a～106mとして使用している金属を、厚さの分布を持たせて堆積すれば光の透過率を可変にできる。遮光膜106aから遮光膜106mに向かって各遮光膜の厚さはステップ状に増加させてある。したがって、遮光膜106aの紙面に向かって右側は透過率：100%に近い最大値であり、遮光膜106mでは透過率：0%となる。このように、遮光膜の厚さをステップ状に変化させた構造を、本発明の実施の形態及び変形例で説明した露光モニタに適用できることは、勿論である。また、遮光膜の厚さを一定方向に連続的に変化させた構造でも、露光モニタが可能である。更に、光透過率を可変にするため、遮光材料を粒子状にして粒子密度を変化させた構造でも、同様の効果が得られることは、勿論である。

## 【0052】

また、本発明の実施の形態においては、一枚のレチクルにより二重露光を行う

例を用いて説明した。複数のレチクルを用いて多重露光を行う場合にも、複数の露光過程のかぶり露光を、同様に評価できることは、勿論である。

#### 【0053】

また、本発明の実施の形態においては、説明の便宜上、KrFエキシマレーザ縮小投影露光装置を用いているが、光源として、i線やg線等の紫外線、他のエキシマレーザ、あるいは、電子ビームやX線等を用いてもよいことは勿論である。また、コンタクト方式、プロキシミティ方式あるいはミラープロジェクション方式などの露光装置を用いてもよい。

#### 【0054】

このように、本発明はここでは記載していないさまざまな実施の形態等を含むことは勿論である。したがって、本発明の技術的範囲は上記の説明から妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ定められるものである。

#### 【0055】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、多重露光過程における実効的な露光量を高精度にモニタすることができるレチクル、露光モニタ方法、及び露光モニタ方法を適用した露光方法、半導体装置の製造方法を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の実施の形態に係るレチクルの一例を示すレイアウト図である。

##### 【図2】

本発明の実施の形態に係るレチクルの一例を示す平面図である。

##### 【図3】

本発明の実施の形態に係るレチクルの一例を示す断面図である。

##### 【図4】

本発明の実施の形態に係る二重露光工程での、第1及び第2の変位モニタの重ね合わせの一例を示す図である。

##### 【図5】

本発明の実施の形態に係るモニタ方法に用いる露光装置の概略構成図である。

**【図 6】**

本発明の実施の形態に係るレチクルの一例を示す、(a) 平面図、及び (b) 断面図である。

**【図 7】**

本発明の実施の形態に係るモニタ方法の説明のための、(a) レチクルの断面図、(b) 露光光の透過特性を示す図、及び (c) 形成されるレジストパターンの断面図の一例である。

**【図 8】**

本発明の実施の形態に係るモニタ方法を説明するための露光工程断面図である。

**【図 9】**

本発明の実施の形態に係るモニタ方法による露光量差に対する変位を示すグラフである。

**【図 10】**

本発明の実施の形態に係るモニタ方法を説明するための工程断面図の一例である。

**【図 11】**

本発明の実施の形態の変形例に係るレチクルの一例を示す平面図である。

**【図 12】**

本発明のその他の実施の形態に係るレチクルの一例を示す、(a) 平面図、及び (b) 断面図である。

**【符号の説明】**

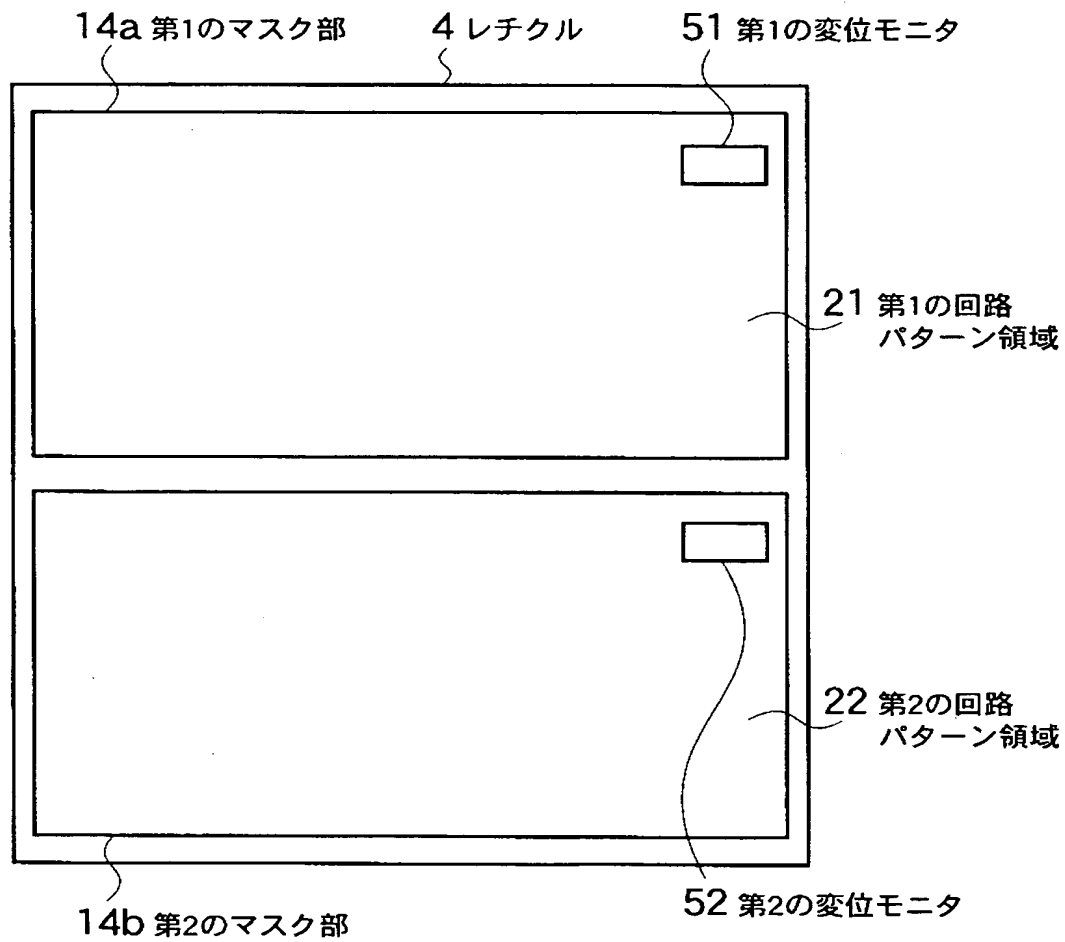
- 1 半導体基板
- 3 配線パターン
- 4、4 a、4 b レチクル
- 5、5 a、5 b 透明基板
- 6、106 第1の露光モニタパターン
- 6 a～6 m、7 a～7 m、8 a～8 m、9 a～9 m、106 a～106 m 遮光膜

- 7 第 2 の露光モニタパターン
- 8 第 3 の露光モニタパターン
- 9 第 4 の露光モニタパターン
- 1 1 a 第 1 の窓部
- 1 1 b 第 2 の窓部
- 1 2 a 第 3 の窓部
- 1 2 b 第 4 の窓部
- 1 3 配線遮光部
- 1 4 a 第 1 のマスク部
- 1 4 b 第 2 のマスク部
- 1 5 露光テストパターン
- 1 6、6 5 第 1 の遮光部
- 1 7 a、1 7 b 配線窓部
- 1 8、8 5 第 2 の遮光部
- 2 0 傾斜側壁
- 2 1 第 1 の回路パターン領域
- 2 2 第 2 の回路パターン領域
- 2 3 配線レジスト膜
- 2 6 第 1 のモニタレジスト膜
- 2 7 第 2 のモニタレジスト膜
- 2 8 第 3 のモニタレジスト膜
- 2 9 第 4 のモニタレジスト膜
- 3 1 レジスト
- 3 2、3 2 a 露光レジスト
- 3 3 配線潜像
- 3 6、3 6 a 第 1 のモニタ潜像
- 3 7、3 7 a 第 2 のモニタ潜像
- 3 8 第 3 のモニタ遮光部
- 3 8 a 第 3 のモニタ潜像

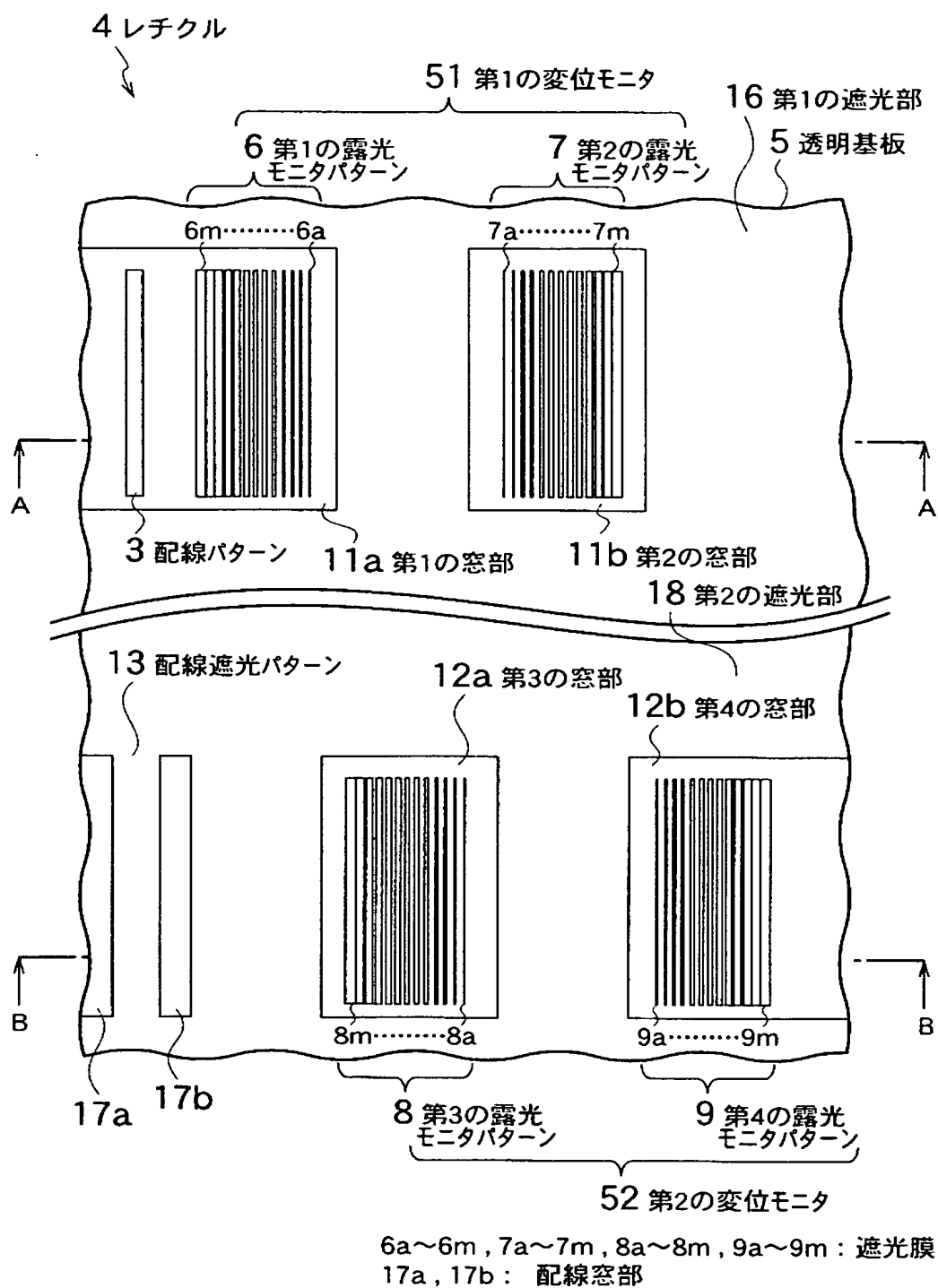
- 3 9 第 4 のモニタ遮光部
- 3 9 a 第 4 のモニタ潜像
- 4 0 照明光学系
- 4 1 光源
- 4 2 シャッタ
- 4 4 照明レンズ系
- 4 6 投影光学系
- 4 8 ステージ
- 5 0 露光装置
- 5 1、5 3 第 1 の変位モニタ
- 5 2、5 4 第 2 の変位モニタ
- 6 0 第 1 の露光モニタボックス
- 6 1、7 1、8 1、9 1 第 1 のモニタ
- 6 2、7 2、8 2、9 2 第 2 のモニタ
- 6 3、7 3、8 3、9 3 第 3 のモニタ
- 6 4、7 4、8 4、9 4 第 4 のモニタ
- 7 0 第 2 の露光モニタボックス
- 8 0 第 3 の露光モニタボックス
- 9 0 第 4 の露光モニタボックス

【書類名】 図面

【図 1】

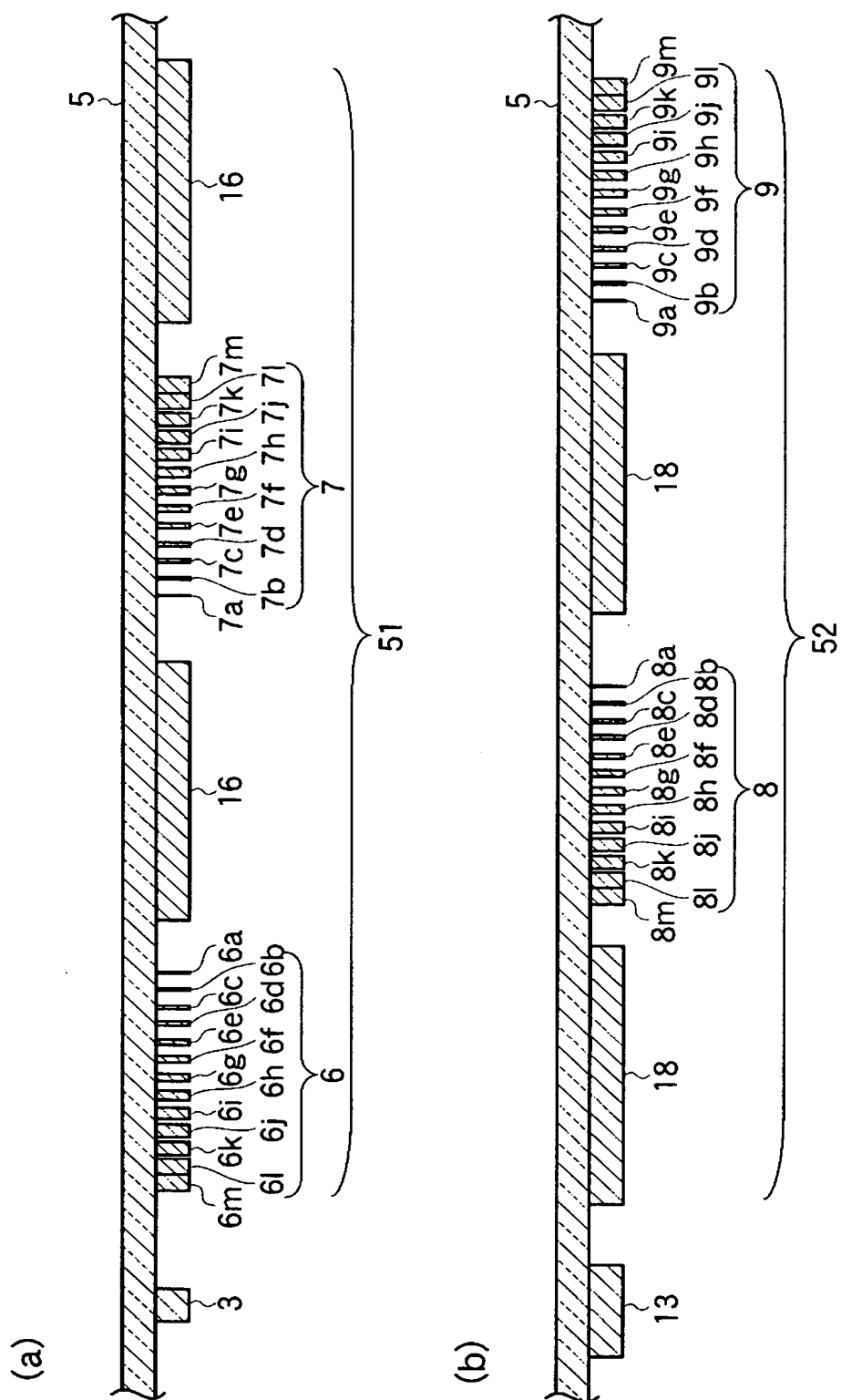


【図 2】

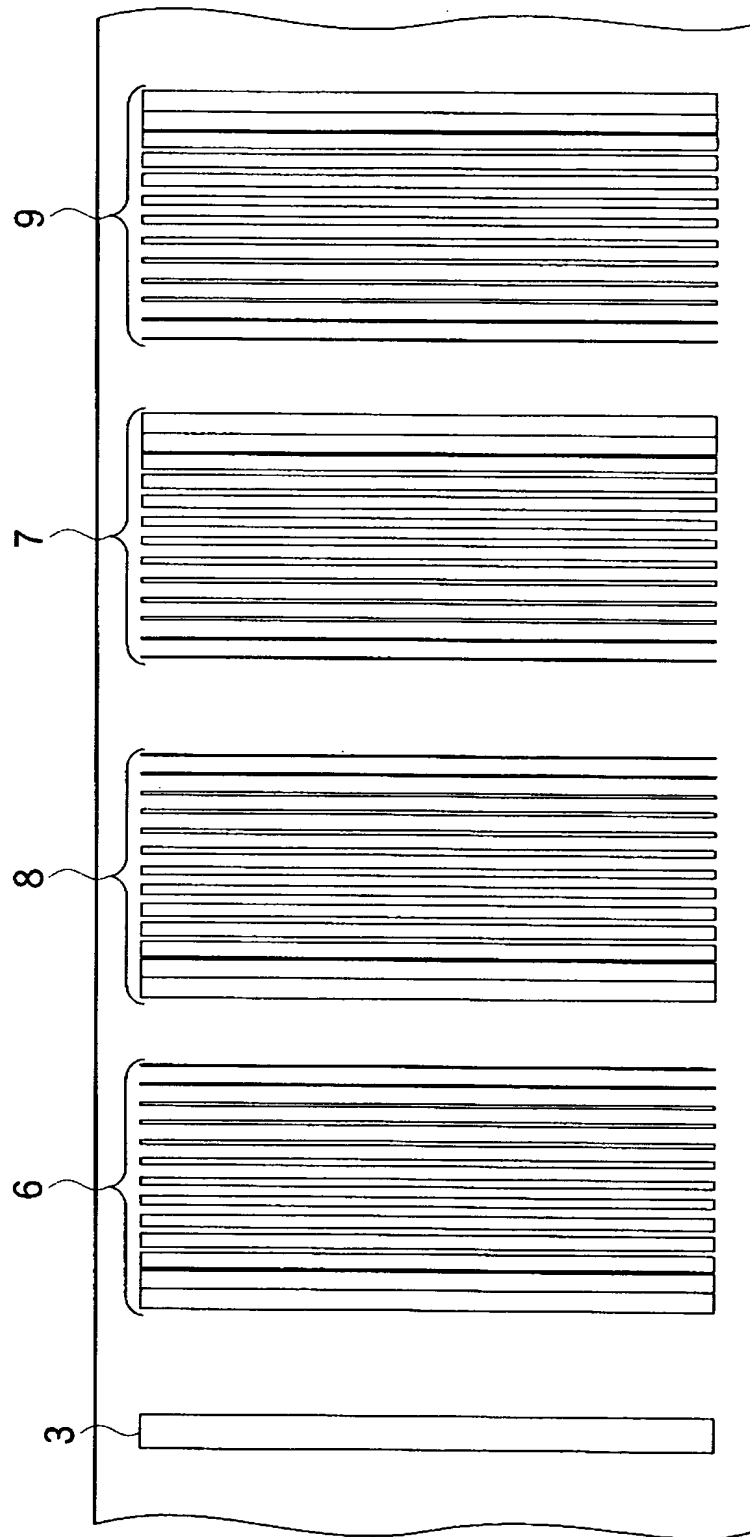




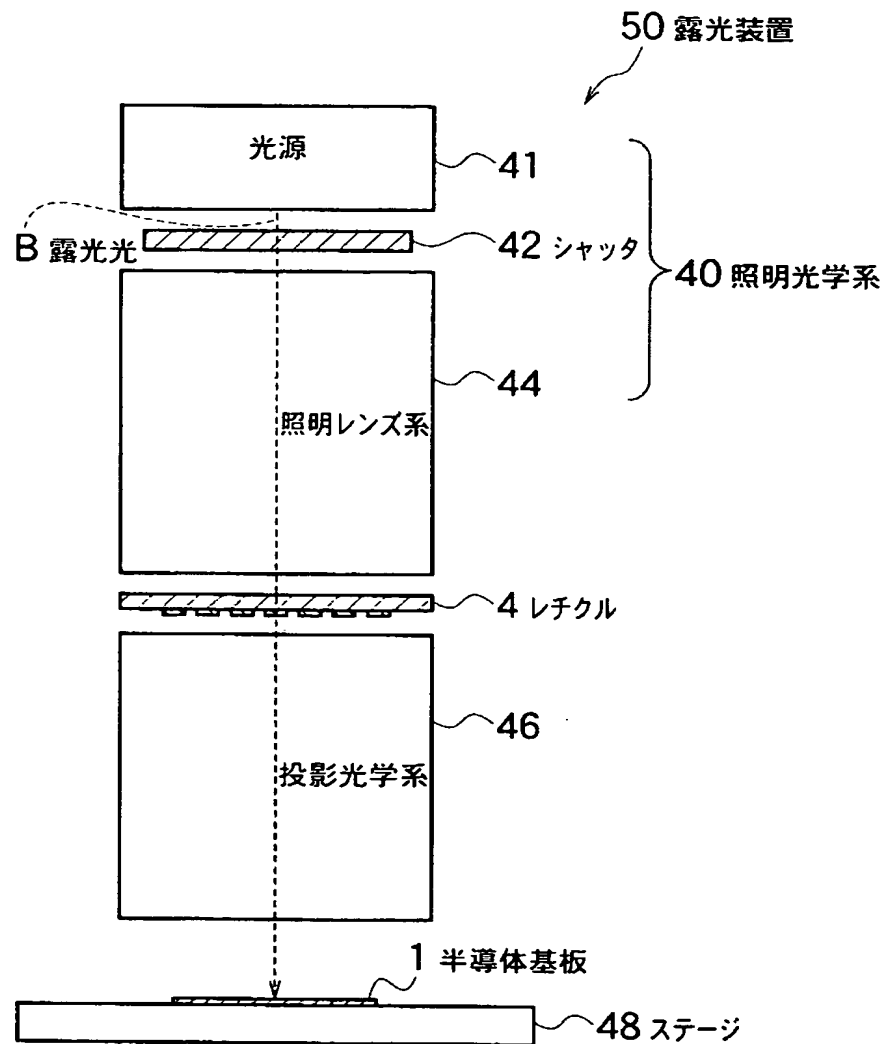
【図 3】



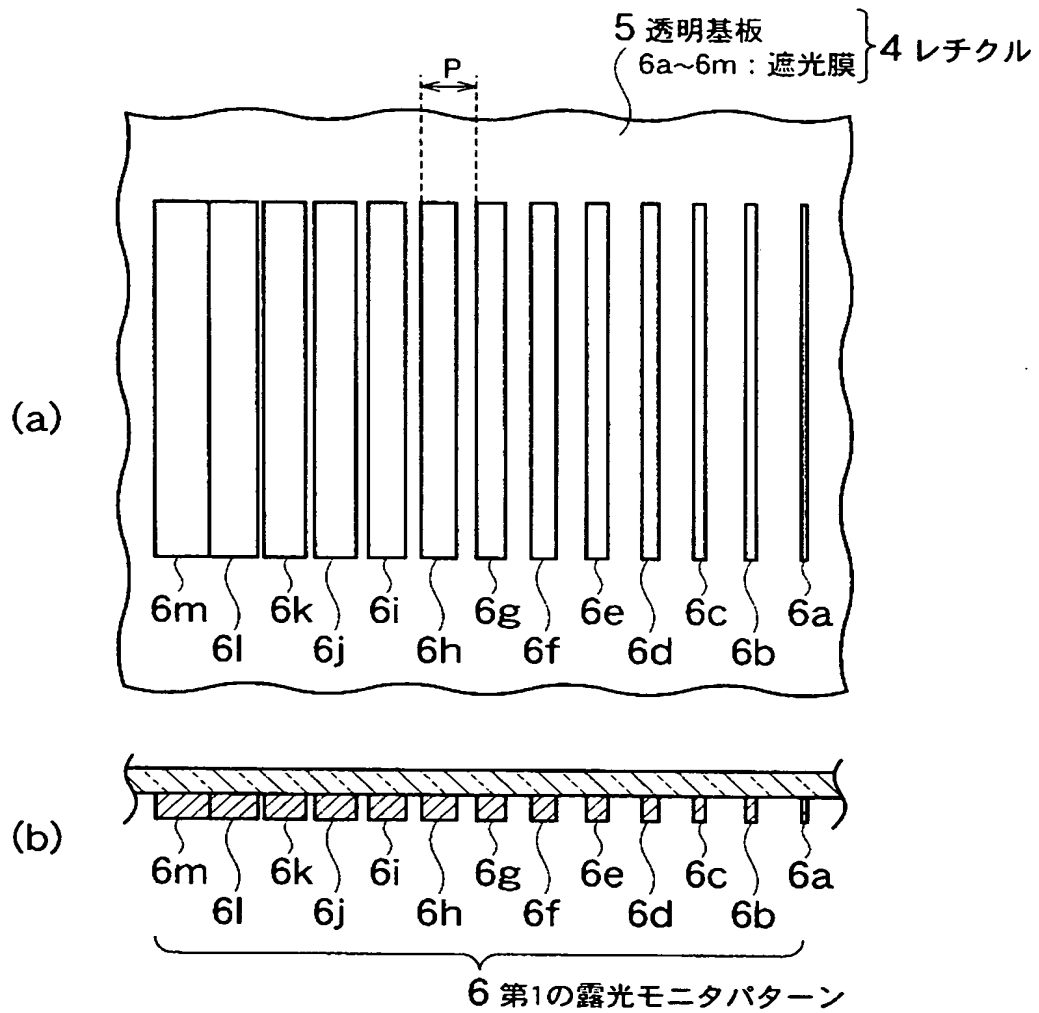
【図 4】



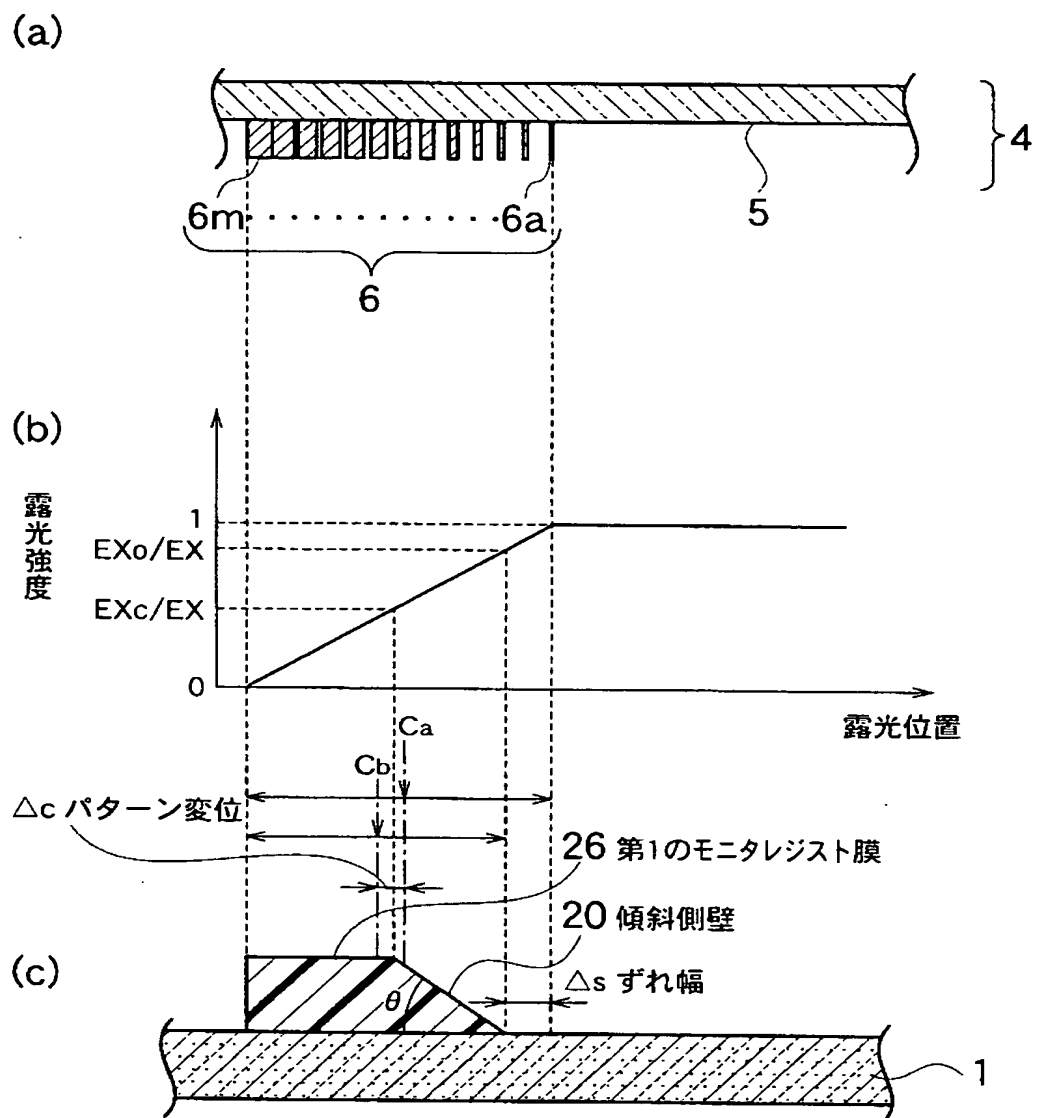
【図 5】



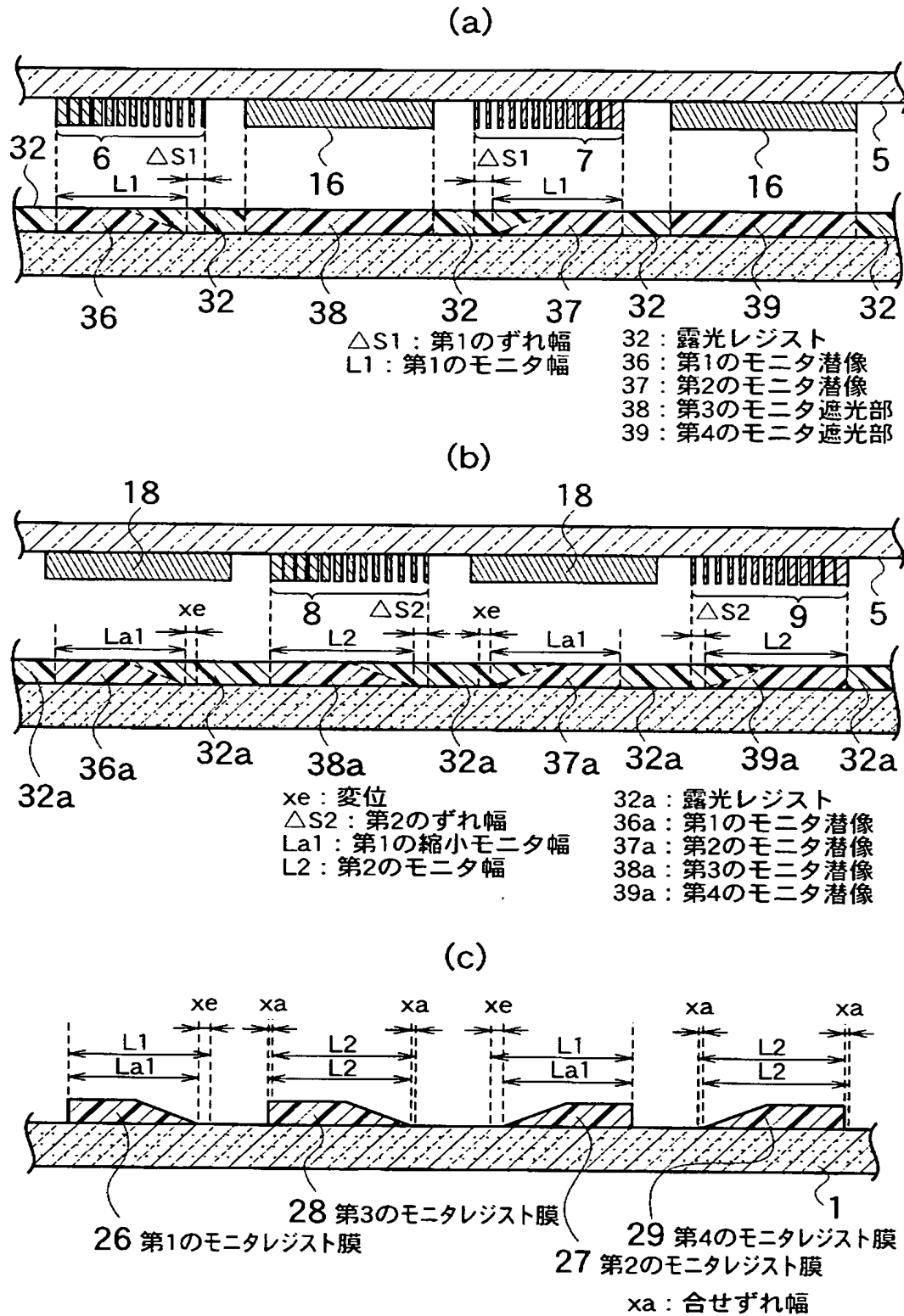
【図 6】



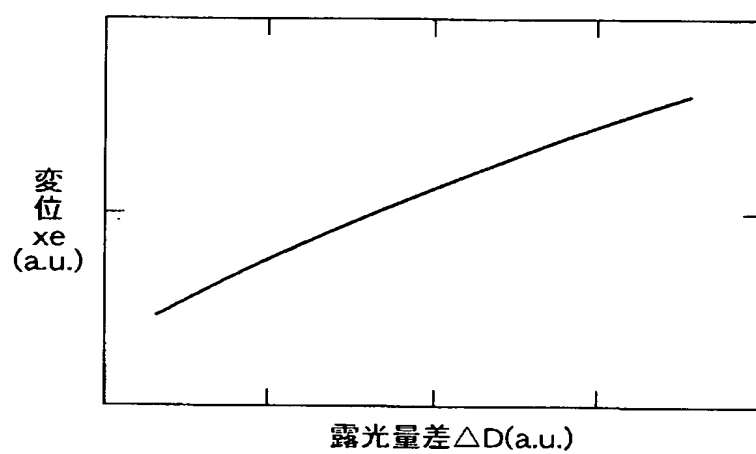
【図 7】



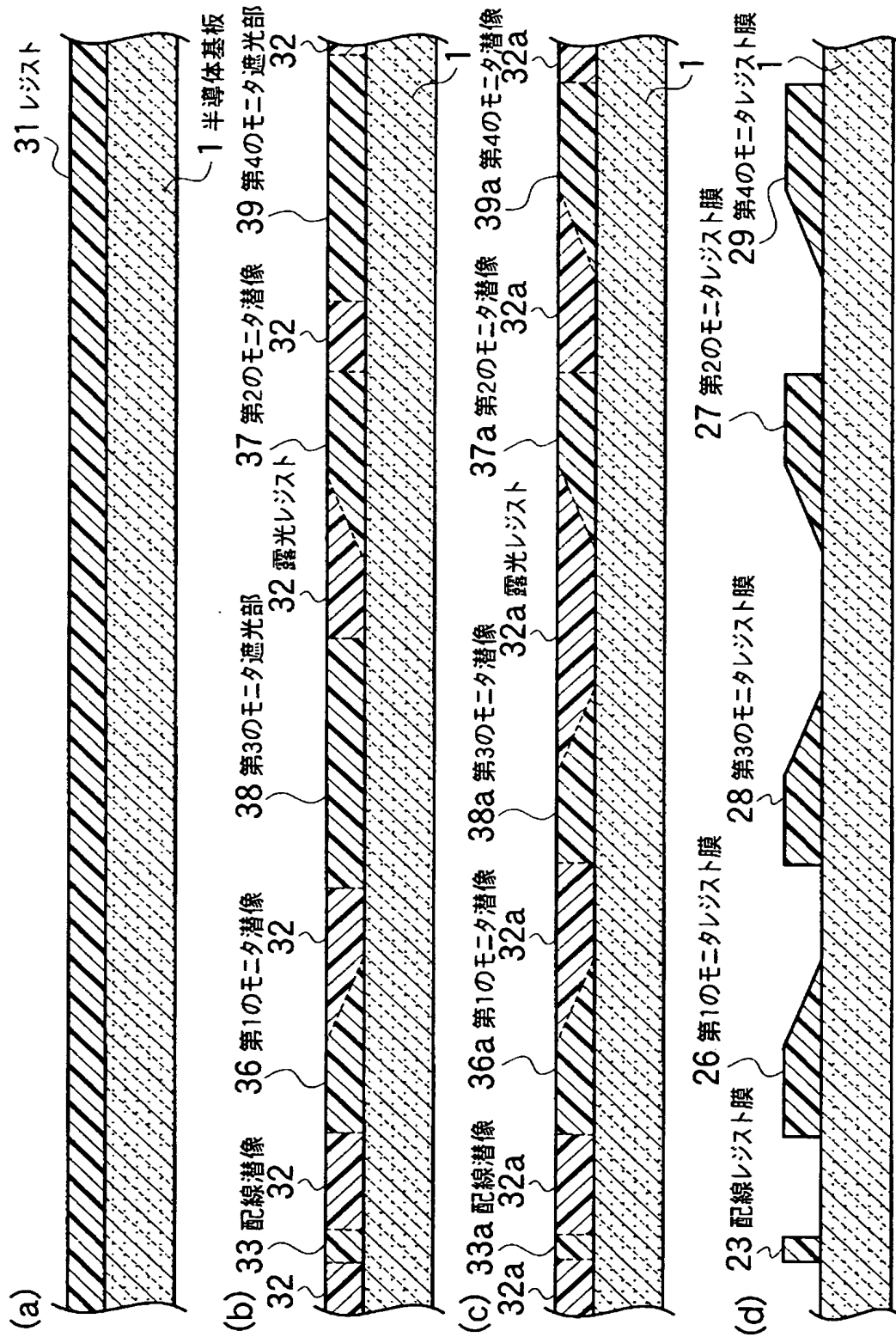
【図8】



【図 9】

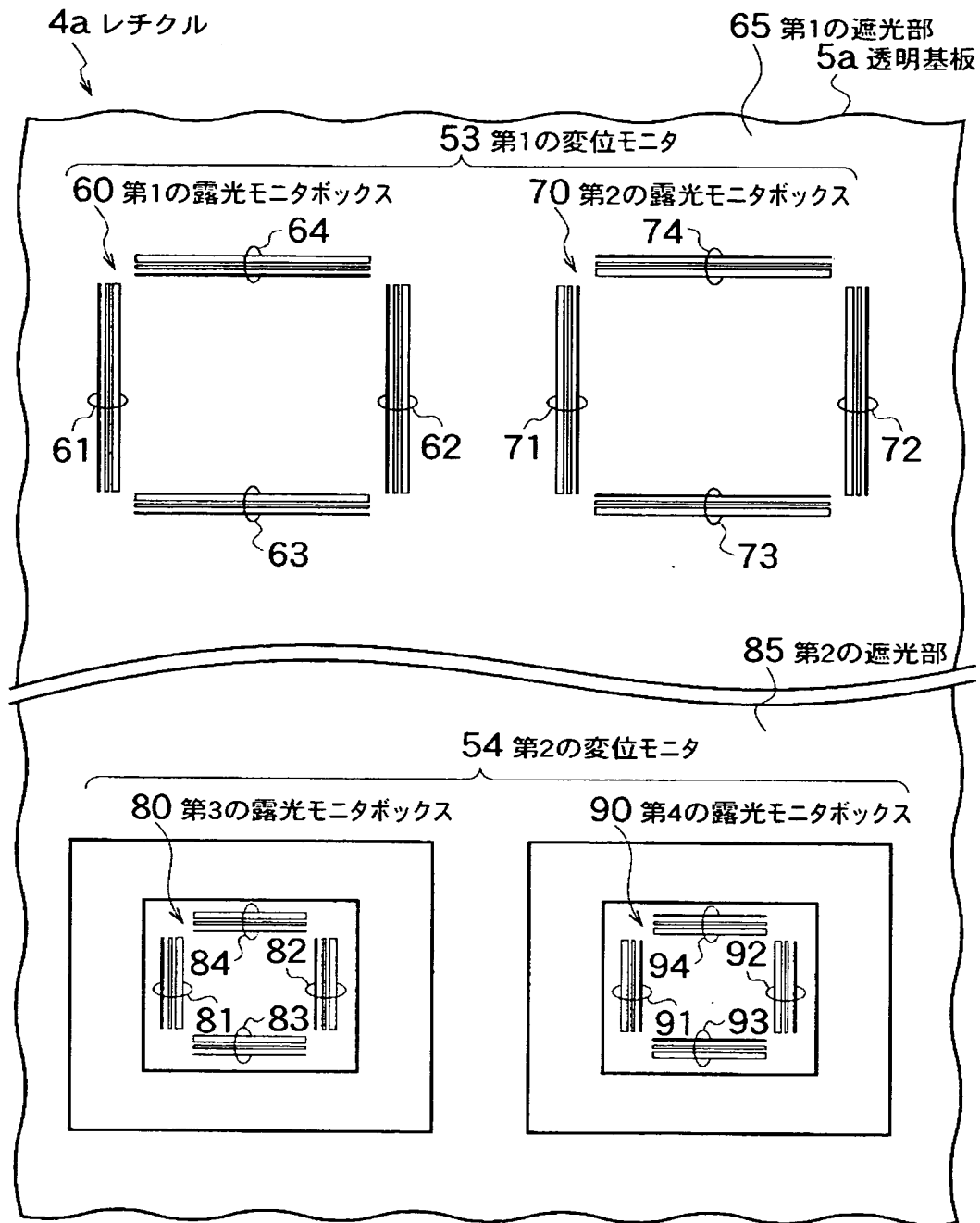


【図 10】



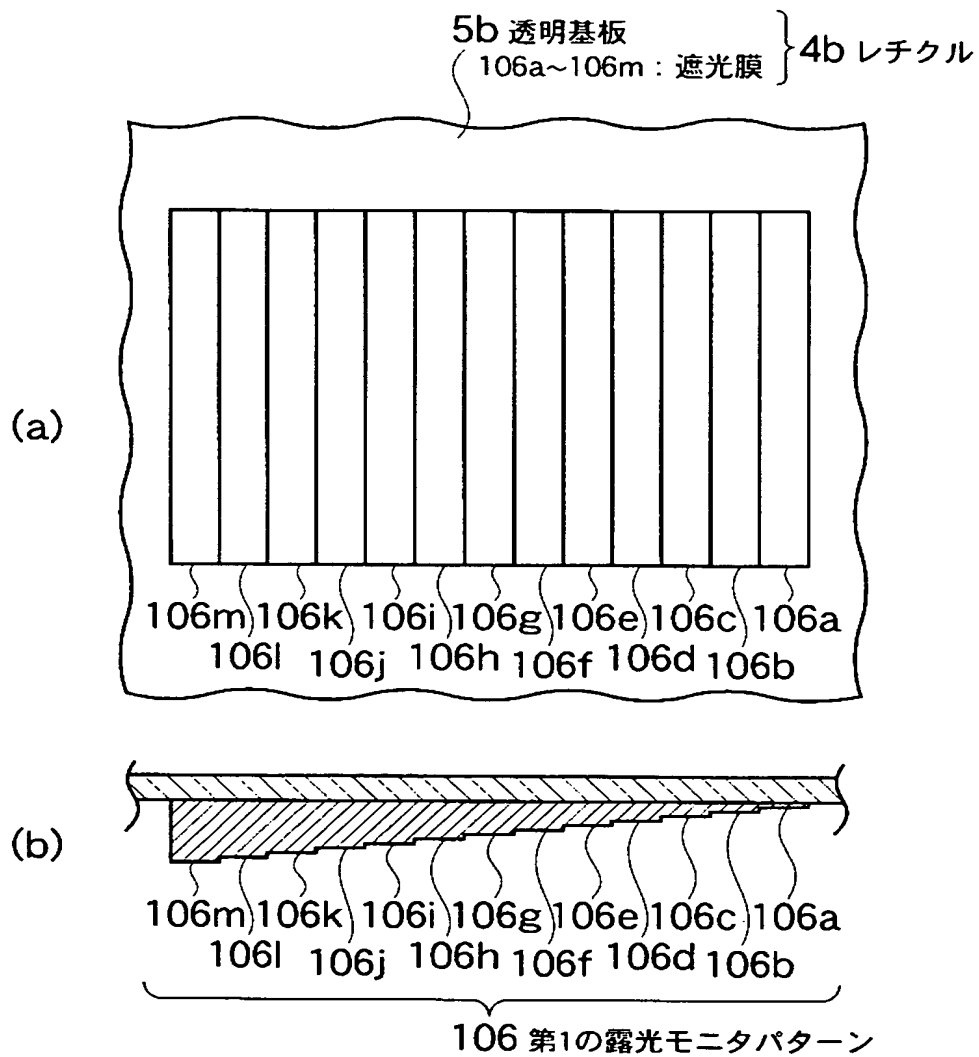


【図11】



61,71,81,91 : 第1のモニタ  
 62,72,82,92 : 第2のモニタ  
 63,73,83,93 : 第3のモニタ  
 64,74,84,94 : 第4のモニタ

【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 多重露光過程における実効的な露光量をモニタするレチクルを提供する。

【解決手段】 第1の遮光部16に設けられた第1の窓部11a内に配置され、一方向に向かって光透過率を増加させた第1の露光モニタパターン6と、第1の遮光部16に設けられた第2の窓部11b内に配置され、一方向の逆方向に向かって光透過率を増加させた第2の露光モニタパターン7を有する第1のマスク部、及び、第1のマスク部14aに合わせたとき、第1の遮光部16に対応する位置の第2の遮光部18に設けられた第3の窓部12a内に配置され、一方向に向かって光透過率を増加させる第3の露光モニタパターン8と、第1の遮光部16に対応する位置の第2の遮光部18に設けられて第4の窓部12b内に配置され、逆方向に向かって光透過率を増加させた第4の露光モニタパターン9を有する第2のマスク部を備える。

【選択図】 図2

特願 2 0 0 2 - 3 4 2 7 9 8

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 0 7 8 ]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 7 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

氏 名

株式会社東芝